

Claude MÜLLER<sup>1</sup> (Zürich)

## Implementation von Problem-based Learning – institutionelle Bedingungen und Anforderungen

### Zusammenfassung

Problem-based Learning (PBL) gilt als eine vielversprechende Methode, das Lehren und Lernen insbesondere an Hochschulen zu verbessern und die Studierenden besser auf berufliche Anforderungen vorzubereiten. Die bisherige Forschung zur Wirkung von PBL in empirischen Vergleichsstudien zeigt aber ein höchst uneinheitliches Bild. Die bisher mäßigen und eher ernüchternden Ergebnisse werden u. a. auf eine häufig mangelhafte Implementation von PBL in der Praxis, auf eine Kluft zwischen intendiertem und umgesetztem Curriculum zurückgeführt. Dieser Beitrag konzentriert sich auf die institutionellen Bedingungen einer PBL-Implementation. Auf Basis von theoretischen und empirischen Erkenntnissen zu PBL sowie der Change- und Innovationsforschung werden die zentralen institutionellen Bedingungen für eine Implementation von PBL erarbeitet und in einem Implementationsmodell zusammengefasst. Dieses soll als Rahmen für eine wirkungsvolle Implementation von PBL an Bildungsinstitutionen dienen und dazu beitragen, dass PBL sein Potenzial für studentenzentriertes, vertieftes und ganzheitliches Lernen effektiv entfalten kann.

### Schlüsselwörter

Problem-based Learning, Implementation, Hochschuldidaktik, Implementationsbedingungen

## Implementation of problem-based learning – Institutional requirements and conditions

### Abstract

Problem-based Learning (PBL) is regarded as a promising method for improving teaching and learning, particularly at the tertiary level, and for better preparing students for career demands. However, the existing empirical research on the effects of problem-based learning shows an inconsistent pattern. The reasons cited for the mediocre results, which to date have been rather disappointing, often include poor implementation of PBL and a discrepancy between the intended and implemented curricula. This contribution concentrates on the institutional requirements and conditions for the implementation of PBL. Following a review of the theoretical and empirical findings on PBL and research on organisational change and innovation, the main institutional requirements and conditions for PBL implementation are identified and incorporated in an implementation model. The

---

<sup>1</sup> E-Mail: [claude.mueller@phzh.ch](mailto:claude.mueller@phzh.ch)

model serves as a framework for an effective implementation of PBL, and may help PBL realize its potential for student-centered, deep, integrated learning.

### **Keywords**

Problem-based Learning, implementation, academic instruction, implementation conditions

## **1 Einführung**

Problem-based Learning (PBL) entspricht einem möglichst selbstgesteuerten Lernen rund um die Erforschung, Erklärung und Lösung von bedeutsamen Problemstellungen, indem die Studierenden in kleinen Gruppen, begleitet durch eine Tutorin bzw. einen Tutor, arbeiten (vgl. für die Einführung auch MÜLLER, 2008). PBL wurde aus der Praxis an medizinischen Fakultäten entwickelt (siehe BARROWS & TAMBLYN, 1980), hat aber enge lerntheoretische Bezüge zum Konstruktivismus sowie zur situierten Kognition und kann darum auch als situierte, gemäßigt-konstruktivistische Lernumgebung bezeichnet werden. Die Verfechter von PBL versprechen sich von diesem Lernansatz insbesondere Vorteile beim Transfer von erworbenem fachlichem Wissen (Verhinderung von trägem Wissen) sowie bei der Förderung von Sozial- und Selbstkompetenzen. Es wird auch angenommen, dass PBL die intrinsische Lernmotivation der Studierenden erhöht. Neben weiteren Faktoren, wie z. B. der Kompatibilität von PBL mit aktuellen erkenntnis- und lerntheoretischen Modellen, dem intuitiv einleuchtenden Lernprozess und dem (scheinbaren) Fehlen von Komplexität des Lernmodells sowie der Testmöglichkeit und Beobachtbarkeit des Ansatzes, haben auch die oben dargestellten postulierten positiven Lerneffekte zur enorm schnellen Dissemination des Lernansatzes in alle Weltgegenden und praktisch alle Wissensdomänen beigetragen.

Die weite Verbreitung von PBL ist insofern erstaunlich, als die bisherigen Meta-Evaluationen und Reviews zu PBL ein höchst uneinheitliches Bild zeigen (siehe Abb. 1; ausführliche Erläuterungen in MÜLLER, 2007, S. 53-64): PBL weist gegenüber konventionellen Lernumgebungen tendenziell eine bessere Wirkung bei der Förderung von beruflichen Kompetenzen sowie bei der Studienzufriedenheit auf; andererseits zeigen die Resultate eine negative Wirkung beim Erwerb von fachlichem Grundlagenwissen. Die in den Metaanalysen ermittelten Effekte sind jedoch gering, und die in den einzelnen Studien gefundenen Effekte zu den verschiedenen Wirkungskategorien erstrecken sich über eine große Bandbreite und sind häufig widersprüchlich. Es kann aber festgehalten werden, dass sich die Erwartungen an PBL bisher nicht erfüllten – in Metaanalysen und Reviews ist keine grundsätzliche Überlegenheit von PBL gegenüber konventionellen Lernumgebungen feststellbar.

	Basiswissen	Studien- zufriedenheit	Berufliche Kompetenz
ALBANESE & MITCHELL, 1993	-	+	0/+
BERKSON, 1993	0	0/-	0
VERNON & BLAKE, 1993	0/-	+	+
KALAIAN, MULLAN & KASIM, 1999	-0.15	k.A.	(0.16)
COLLIVER, 2000	0	+	0
SMITS, VERBEEK & DE BUISSONJÉ, 2002	0	0/+	0
NEWMAN, 2003	-0.3	+	0/+
DOCHY, SEGERS, VAN DEN BOSSCHE & GIJBELS, 2003	-0.22	k.A.	+0.46

Qualitative Bewertung: +/-0 = positiver/negativer/neutraler Effekt von PBL  
 Quantitative Analyse: Zahl = signifikante Effektstärke (p = 0.05)  
 (Zahl) = nicht signifikante Effektstärke  
 k.A. = keine Angaben

Abb. 1: Resultate zur Lerneffektivität von PBL in Metaevaluations resp. Reviews (MÜLLER 2007, S. 64)

Wenn man den beträchtlichen Aufwand zur Umgestaltung und Implementation von PBL an einer Bildungsinstitution berücksichtigt, dann sind die bisher ausgewiesenen Effekte eher ernüchternd. Mittlerweile akzeptieren auch PBL-Befürworter, dass Problem-based Learning die Erwartungen bisher nur beschränkt erfüllen konnte. NORMAN (2004, S. 257), maßgeblicher Vertreter der PBL-Pionieruniversität McMaster (Hamilton, Kanada), schreibt zum Beispiel:

*Problem Based Learning, which began at McMaster University, is probably the most significant innovation in medical education in the past 50 years. It has disseminated to the corners of the earth, and it is likely the case that in every country of the developed world and many of the developing world there is at least one school which professes to be doing PBL. The irony is that there is very little evidence to justify this dramatic curriculum change. And we are not dealing with absence of evidence, but with evidence of absence. There is an accumulation of several hundreds of studies, most of which conclude with „no difference“.*

Die unbefriedigenden Resultate von PBL in empirischen Vergleichsstudien können unterschiedlich gedeutet werden. In der Literatur wird mit drei Erklärungsansätzen argumentiert.

Befürworter von PBL erklären sich die Resultate hauptsächlich damit, dass sich der bisher vorwiegend verwendete Forschungsansatz der randomisierten Kontrollstudie für die Evaluation von Curriculuminnovationen nicht eignen würde (ALBANESE, 2000; BARROWS, 2003; DOLMANS, 2003; JONASSEN, 2009; NORMAN & SCHMIDT, 2000; SAVIN-BADEN & HOWELL MAJOR, 2004, S. 141-155). Dies wird damit begründet, dass PBL in den verschiedenen Ausbildungsinstitutionen ganz unterschiedlich praktiziert wird und die Intervention nicht standardisiert

werden kann (NORMAN, 2004, S. 257); sowie, dass die Wirkungsmessung in randomisierten Kontrollstudien zu kurzfristig sei, weil PBL vor allem eine längerfristige Lernwirkung aufweise und die Adaption von einem konventionellen zu einem PBL-Curriculum für Dozierende wie auch Studierende eine gewisse Zeitspanne beanspruche (ALBANESE, 2000, S. 732). Zusätzlich wird auch kritisiert, dass häufig ungeeignete Leistungsmasse verwendet werde, welche zur Beurteilung der Wirkung eines konventionellen Curriculums entwickelt wurde, den Zielen von PBL jedoch nur bedingt entsprechen würden (BARROWS, 2003, S. 255; JONASSEN, 2009; SCHWARTZ, LINDGREN & LEWIS, 2009). Bei diesem ersten Erklärungsansatz der enttäuschenden Resultate von PBL in empirischen Vergleichsstudien wird hauptsächlich die verwendete Untersuchungsmethodik kritisiert und die Validität der Ergebnisse in Frage gestellt, an den beanspruchten Wirkungen von PBL wird hingegen festgehalten.

Der zweite Erklärungsansatz geht einen Schritt weiter und akzeptiert die ungenügenden Ergebnisse, führt diese aber nicht auf den Lernansatz zurück, sondern auf die häufig mangelhafte Implementation von PBL in der Praxis; auf eine Kluft zwischen intendiertem und umgesetztem Curriculum (BARROWS, 2003; GLEW, 2003; RANGACHARI, 2003). In diversen Erfahrungsberichten (siehe Kap. 2) wird betont, dass die Implementation von PBL ein schwieriger und langwieriger Prozess ist, die Umsetzung von PBL im Sinne des intendierten Modells aber auch über die Einführungsphase hinaus anspruchsvoll ist (MOUST, VAN BERKEL & SCHMIDT, 2005).

Ein dritter Erklärungsansatz für die teilweise unbefriedigenden Ergebnisse von PBL konzentriert sich auf eine kritische Analyse der lernpsychologischen Tiefenstruktur von PBL. Wie verschiedene Autoren anführen (KIRSCHNER, SWELLER & CLARK, 2006; MAYER, 2004; NEWMAN, 2004; SWELLER, 2009) entsprechen einige Annahmen und Charakteristiken von PBL den aktuellen kognitions- und motivationspsychologischen Erkenntnissen nur bedingt. Dieser Erklärungsansatz wurde bereits an anderer Stelle eingehend diskutiert, d. h. PBL aus kognitions- und motivationspsychologischer Sicht analysiert (siehe MÜLLER, 2008). Deren Schlussfolgerungen zur lerneffektiven Gestaltung von problembasierten Lernumgebungen wurden für die institutionellen Bedingungen für eine effektive PBL-Implementation in Teil 4 berücksichtigt.

In diesem Beitrag wird auf den zweiten Erklärungsansatz genauer eingegangen. Zuerst wird der theoretische und empirische Forschungsstand zur Implementation von pädagogischen Innovationen im Allgemeinen und zu PBL im Speziellen vorgestellt. Anschließend werden die Ergebnisse einer Evaluation der Implementation von PBL an einer Höheren Fachschule dargelegt. Die theoretischen und empirischen Erkenntnisse zur Implementation von PBL gehen in die Schlussfolgerungen zu den institutionellen Bedingungen für eine erfolgreiche PBL-Implementation ein und werden abschließend syntheseartig in einem praxisorientierten Implementationsmodell zusammengefasst. Dieses soll als Rahmen für eine wirkungsvolle Implementation von PBL an Bildungsinstitutionen dienen und dazu beitragen, dass PBL sein Potenzial für studentenzentriertes, vertieftes und ganzheitliches Lernen effektiv entfalten kann.

## 2 Implementation von Problem-based Learning

Von „Implementation“ spricht man, wenn eine Neuerung an einem angezielten sozialen Ort (Hochschule, Organisation) nach und nach als Standardpraktik übernommen wird (ALTRICHTER & WIESINGER, 2004). Implementation wird im vorliegenden Beitrag dabei mehr als Entwicklungsprozess denn als Umsetzung einer Neuerung angesehen. Er wird als komplexer Prozess betrachtet, der auf verschiedenen Ebenen zu neuen Kompetenzen, Einstellungen, Praktiken und Identitäten der Akteurinnen und Akteure und neuen Strukturen der betroffenen Organisation führt. Eine in diesem Sinne verstandene Implementation einer Neuerung kann darum auch als Innovation bezeichnet werden. REINMANN-ROTHMEIER (2003, S. 8) definiert Innovation als Umsetzung einer neuartigen Idee, die zielgerichtet durchgesetzt und womit (sichtbar) etwas verändert wird. Da die Implementation von PBL verschiedenste Auswirkungen auf Prozesse, Strukturen und soziale Verhältnisse einer Hochschule hat, kann die Einführung von PBL als bedeutende Innovation bezeichnet werden.

Innovationsprozesse verlaufen in den seltensten Fällen problemlos, sondern sind häufig mit den verschiedensten Hindernissen konfrontiert. Gemäß SCHMID (1999, S. 103) zeichnen sich Innovationsprozesse im Gegensatz zu Routineprozessen durch Komplexität, Neuigkeitsgrad und Konfliktgehalt aus. Gerade im pädagogischen Bereich sind Innovationsprozesse häufig mit starken Widerständen konfrontiert (DUBS, 2004, S. 249). Häufige Innovationsbarrieren im Bildungsbereich sind ein Finanz- und Personalnotstand, fehlende Anreizsysteme für ein Engagement bei Innovationen; Defizite in der Innovationskompetenz sowie in der Innovationskommunikation. Aufgrund dieser vielfältigen Hindernisse gegen Innovationen erstaunt es nicht, dass die Resultate von Implementationen im Bildungsbereich häufig zweifelhaft sind (ALTRICHTER & WIESINGER, 2004, S. 220): „Viele Curricula und andere Innovationen, die auf den ersten Blick von Externen und manchmal auch Internen als durchaus sinnvoll und viel versprechend eingeschätzt wurden, finden allerdings überhaupt keine, partielle oder bis zur Unkenntlichkeit veränderte Umsetzung.“

Ein für die Praxis taugliches Modell, um allfällige Probleme bei einer Implementation zu eruieren und den Prozess zu planen, ist die Change-Matrix von KNOSTER (KNOSTER, VILLA & THOUSAND, 2000), welche in einer adaptierten Form auch MOESBY (2004) auf die Implementation von Project-based Learning anwendet. Die fünf in nachfolgender Matrix (vgl. Abb. 2) enthaltenen Elemente sind notwendige Bedingungen, um den Widerstand gegenüber Veränderungen zu überwinden und einen erfolgreichen Change zu bewirken. Falls nur ein Element fehlt, kann es zu den verschiedenen negativen Folgen wie Konfusion oder Frustration kommen, welche einen erfolgreichen Veränderungsprozess verhindern.

Bedingungen für erfolgreichen Change-Prozess					Folgen
Vision	Kompetenzen	Anreize	Ressourcen	Aktionsplan	= <i>Change</i>
	Kompetenzen	Anreize	Ressourcen	Aktionsplan	= <i>Konfusion</i>
Vision		Anreize	Ressourcen	Aktionsplan	= <i>Angst</i>
Vision	Kompetenzen		Ressourcen	Aktionsplan	= <i>Widerstand</i>
Vision	Kompetenzen	Anreize		Aktionsplan	= <i>Frustration</i>
Vision	Kompetenzen	Anreize	Ressourcen		= <i>Tretmühle</i>

Abb. 2: Change-Matrix (in Anlehnung an KNOSTER et al., 2000, S. 97)

Für pädagogische Change-Prozesse hat Knoster die notwendigen Bedingungen noch weiter erläutert (KNOSTER & PESHAK GEORGE, 2006):

- *Vision (vision)*: Eine Vision beschreibt die angestrebten Ziele zusammen mit den zugrunde liegenden subjektiven Werthaltungen. Zentral ist, dass ein Konsens unter den Betroffenen über die Vorstellungen und Handlungsweisen bezüglich der Veränderung besteht.
- *Kompetenzen (skills)*: Die für die Erreichung der Vision notwendigen Kompetenzen der Dozierenden und Studierenden müssen gegeben sein oder entwickelt werden.
- *Anreize (incentives)*: Damit die Dozierenden bereit sind, sich neue Kompetenzen anzueignen und den Transitionsprozess zu unterstützen, müssen positive Anreize gesetzt werden.
- *Ressourcen (resources)*: Für den Transitionsprozess müssen genügend Ressourcen (Zeit und/oder finanzielle Mittel) zur Verfügung stehen.
- *Aktionsplan (action plan)*: Der Aktionsplan umfasst alle Teilschritte zur Implementation einer Innovation.

Dass die Implementation von PBL ein schwieriger Prozess ist, davon zeugen die diversen Erfahrungsberichte (u. a. HALLINGER, BLACKWOOD & TANNATHAI, 2005; HITCHCOCK & MYLONA, 2000). ERTMER & SIMONS (2005, S. 319) fassen ihre Erfahrungen zusammen:

*Despite prevalent recommendations for the adoption of problem-based learning (PBL) approaches, the transition to PBL teaching is not easy. Given the general lack of experience most teachers have with open-ended teaching strategies, novice PBL instructors are likely to encounter difficulties in all aspects of instruction: planning, implementing, and assessing. More specifically, researchers have reported that instructors experience frustration with the amount of time it takes to implement problem-based experiences, report difficulty transitioning students into more active roles, and note struggles with effectively assessing student learning.*

HALLINGER et al. (2005) beschreiben den Prozess der Implementation von PBL und die aufgetretenen Probleme an einer Managementshule (CMMU). Trotz den sehr guten Rahmenbedingungen mit hoch motivierten Dozierenden (Teilnahme

freiwillig am PBL-Curriculum), relativ kleinen Klassen, finanziellen Anreizen für die Partizipation der Dozierenden an der PBL-Implementation, einer Innovation unterstützenden Schulkultur und Unterstützung von der Schulleitung konstatieren HALLINGER et al. (2005, S. 21): „Even with these supportive conditions at CMMU, it took an *immense* [kursiv im Original] effort to implement the PBL courses at a high level of quality.“ Die hauptsächliche Herausforderung war die adäquate Vorbereitung der Dozierenden auf ihre neuen Aufgaben und Rollen in einem PBL-Kurs. Insbesondere im Bereich der studentischen Beurteilung und Bewertung mussten die Dozierenden erheblich instruiert und unterstützt werden. Erschwert wurde der Transitionsprozess zusätzlich durch die Tatsache, dass die Dozierenden es gewohnt waren, autonom zu agieren und an eine Zusammenarbeit in Teams nicht gewöhnt waren. Aufgrund der engen Zusammenarbeit in Teams zur Vorbereitung und Durchführung der Kurse entstanden Konflikte aufgrund unterschiedlicher Persönlichkeiten, Zeitbedarf und -koordination und differgender Auffassungen bezüglich PBL. Gemäß den Autoren kam es zu vielen Wechseln in der Teamzusammensetzung, und es dauerte drei Semester, bis sich stabile Teams gebildet hatten (HALLINGER et al., 2005, S. 19):

*In sum, with respect to the role of instructors, this was not „plug and play“ system. It required (and continues to require) close monitoring and ongoing support for the continued development of teaching skills. Instructors teaching in this portion of the curriculum work harder, in part because of the greater emphasis placed on reliability and thoroughness of assessment.*

Dass für den Transitionsprozess bei der primären Implementationsphase eines PBL-Curriculums mehr zeitliche und personelle Ressourcen zur Verfügung gestellt werden müssen, ist allgemein akzeptiert. Es muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass durch das Lernen in tutoriellen Kleingruppen allenfalls auch auf längere Sicht mehr personelle Ressourcen nötig sind. ANDERSON & GLEW (2002) untersuchten, inwiefern sich die zeitlichen Ressourcen durch die Implementation eines hybriden PBL-Curriculums veränderten. Gemessen wurde dabei die Kontaktzeit von Fakultätsmitgliedern mit Studierenden und nicht die persönlich aufgebrauchte Zeit für die Vor- und Nachbereitung der Veranstaltungen zwei Jahre vor der Einführung und sechs Jahre nach der Einführung von PBL. Bei der relativ kleinen Studierendenzahl von 73 Studierenden ist der Anstieg von 270% Fakultätszeit bei der Einführung von PBL in einem naturwissenschaftlichen Grundlagen-Curriculum (School of Medicine) beträchtlich. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei der Entscheidung bezüglich der Einführung eines PBL-Curriculums sollte daher von der Schulleitung genau analysiert werden (CAVANAUGH, 2001, S. 32-33). Aufgrund der Literatur ist davon auszugehen, dass ein PBL-Curriculum aufgrund der höheren Erfordernisse an personellen Ressourcen eher mehr Kosten als ein konventionelles Curriculum verursacht. LITTLE & SAUER (1997) weisen darauf hin, dass ein grundsätzlicher Zielkonflikt herrsche und ein Scheitern der PBL-Implementation in Kauf genommen werden müsse, falls ein Curriculum einerseits nach dem Ansatz des PBL gestaltet und andererseits auch kostengünstig sein solle.

### 3 Resultate einer Evaluationsstudie zur Implementation von PBL

Im Rahmen einer Evaluationsstudie wurde die Implementation von PBL an der Höheren Fachschule für Tourismus (HFT) in Samedan, Schweiz, vier Jahre nach Einführung des Curriculums evaluiert (EvalPBL-HFT). Das Evaluationskonzept basiert auf dem Modell einer theoriebasierten Evaluation (KROMREY, 2003) und dem Qualitätskonzept von DONABEDIAN (1980). Dabei wurden die Vorstellungen und Meinungen aller maßgeblichen Anspruchsgruppen (Schulleitung, Dozierende, Studierende und Alumni) bezüglich der Qualität der drei Dimensionen Struktur, Prozess und Ergebnis analysiert. Für die Datenerhebung bei den verschiedenen Anspruchsgruppen wurden qualitative (Interviews, Fokusgespräche) und quantitative Methoden (schriftliche Erhebungen) eingesetzt. Bei den Dozierenden (n=11) sowie der Schulleitung (n=3) wurden halbstandardisierte Einzel-Interviews durchgeführt. Die Datenerhebung bei den Studierenden der 1. und 3. Jahrgangsklasse erfolgte durch eine elektronische Befragung mittels standardisiertem Fragebogen. Die nachfolgenden Fokusgespräche mit Studierenden der 3. Jahrgangsstufe dienten dazu, die erhobenen Aspekte zu bestätigen bzw. zu widerlegen und neue Erklärungsbeiträge zu liefern. Bei den Absolventen wurde eine elektronische standardisierte Fragebogen-Erhebung durchgeführt. Die Auswertung der Befragungen erfolgte mittels (test-)statistischer Verfahren für die quantitativen Daten und mittels strukturierender Inhaltsanalyse (MAYRING, 1995) für die qualitativen Daten (Interviews und Fokusgespräche). Das Forschungsdesign und die Resultate zur Ergebnisanalyse wurden bereits an anderer Stelle ausführlich dargelegt (siehe MÜLLER & EBERLE, 2009), darum konzentriert sich dieser Abschnitt auf die Darstellung der Methodik und Resultate für die Evaluationsdimensionen Struktur und Prozess mit Schwerpunkt Implementationsbedingungen und -hindernissen.

In der Strukturanalyse wurden die Voraussetzungen, Intentionen und Interventionen der PBL-Einführung an der HFT beschrieben und analysiert. Dazu wurden verschiedene interne Dokumente mittels Dokumentenanalyse ausgewertet sowie die Aussagen der verschiedenen Anspruchsgruppen in den verschiedenen Erhebungen herangezogen. Bezüglich des intentionalen Kontexts bei der Implementation von PBL an der HFT stand im Vordergrund, den Praxisbezug in der Ausbildung zu erhöhen. Problem-based Learning wurde gemäß dem Grundlagen-Ansatz eingeführt, d. h., im ersten Studienjahr werden im konventionellen Klassenunterricht (v. a. Vorlesungen) in einer Fächerstruktur Basiskenntnisse und -fertigkeiten erarbeitet, im dritten Jahr werden diese dann mittels PBL in einer Modulorganisation vertieft und erweitert. Im Gegensatz zu anderen tertiären Bildungsinstitutionen wurde PBL an der HFT nicht nur in einzelnen ausgewählten Kursen eingesetzt, sondern war die leitende Lernumgebung für das dritte Studienjahr, mit der das Curriculum, die Lernorganisation (Modulunterricht) und das Assessment gestaltet wurden.

In Bezug auf die strukturellen Bedingungen wies die HFT bezüglich verschiedenen in der Literatur diskutierten Faktoren günstige Voraussetzungen für eine Einführung von PBL auf. Der an anderen Hochschulen festgestellte Konflikt zwischen Lehre und Forschung, welcher dazu führt, dass sich Dozierende und Tutorinnen und Tutoren aufgrund fehlender Anreize nur am Rande für die Lehrtätigkeit inte-



ressieren und engagieren (vgl. GLEW, 2003; RANGACHARI, 2003; REINMANN-ROTHMEIER, 2003, S. 23), ist dadurch, dass sich die HFT auf die Lehrtätigkeit fokussiert, praktisch nicht vorhanden. Im Gegenteil zeigen verschiedene Äusserungen von Dozierenden, dass die Begeisterung und das Engagement bei der Implementation von PBL groß waren. Weiter sind die Studierendenzahlen mit 70 bis 80 Studierenden pro Jahrgang im Vergleich mit Studiengängen an anderen tertiären Bildungsinstitutionen moderat und unter der von PBL-Exponenten bezüglich finanzieller Realisierbarkeit erwähnten kritischen Größe von hundert Studierenden (ALBANESE & MITCHELL, 1993). Die HFT hat zudem einen großen Handlungsspielraum bei der Festlegung der curricularen Struktur sowie der Bedingungen des Assessments und wird diesbezüglich nur geringfügig durch übergeordnete Vorgaben, wie enge Lernzielvorgaben oder vorgegebene zentrale Abschlussprüfungen, eingeschränkt. Die flache Hierarchie der HFT ermöglichte bei der Implementation von PBL auch, flexibel auf die Bedürfnisse der Dozierenden und Studierenden einzugehen und Anpassungen am Curriculum vorzunehmen. Und nicht zuletzt haben die Dozierenden vielfältige Praxiserfahrungen und -kontakte, welche eine gute Basis darstellen für die Gestaltung von authentischen, komplexen Problemstellungen in PBL. Auf der anderen Seite brachten die Dozierenden zwar langjährige Lehrerfahrung mit, das didaktische Ausbildungsniveau der Dozierenden war aber in den meisten Fällen tief. Dazu kam, dass die Dozierenden inhaltlich und methodisch nur minimal in PBL eingeführt und unterstützt wurden. Es bestand bei der Implementation von PBL an der HFT keine klare Strategie und Planung zur Qualifizierung der Dozierenden. Der Weiterbildungs- und Unterstützungsbedarf wurde erst im Laufe der Implementation festgestellt und Weiterbildungsveranstaltungen und Unterstützungsmassnahmen (PBL-Coach) wurden ad hoc organisiert.

In der Prozessanalyse wurde die Qualität der Lehr- und Lernsituationen mit dem Ziele analysiert, die Resultate der Ergebnisanalyse kontextuell einzuordnen und zu erklären. Speziell wurde in diesem Teil untersucht, inwieweit sich die Aufgaben und Rollen der Dozierenden mit der Einführung von PBL veränderten, welche Probleme sich in diesem Transitionsprozess ergeben haben und wie die Dozierenden damit umgegangen sind. Untenstehend sind die diesbezüglichen zentralen Aussagen aus den halbstrukturierten Interviews mit den Dozierenden aufgeführt:

- *Mangelndes gemeinsames Verständnis für PBL:* Dadurch, dass die Dozierenden nur rudimentär in PBL eingeführt wurden, war nur bedingt ein gemeinsames Verständnis von PBL vorhanden. Dies kam auch in der unterschiedlichen didaktisch-methodischen Gestaltung der PBL-Module zum Ausdruck.

*„Falls ich PBL betrachte, dann bestehen sehr unterschiedliche Vorstellungen darüber an der HFT. [...] Das führt dann auch zu Friktionen und Vorstellungsproblemen in der Umsetzung, es ist keine Linie vorhanden.“ (ID-11/5)*

- *Mangelnde Kooperationskultur:* Neben den unterschiedlichen Vorstellungen von PBL hat auch die mangelnde Kooperationskultur zwischen den Dozierenden zu Konflikten bei der Einführung von PBL beigetragen. Vor der Implementation von PBL an der HFT waren die Dozierenden nur bedingt zur Zusammenarbeit verpflichtet; sie waren für die Durchführung ih-

rer Lehrveranstaltung alleine verantwortlich. Mit der Einführung von PBL mussten die Dozierenden in Teams von zwei bis vier Personen gemeinsam ein Modul entwickeln und durchführen. Da für die Zusammensetzung der Teams hauptsächlich inhaltliche Gründe ausschlaggebend waren, trafen Dozierende mit unterschiedlichen Persönlichkeiten und Vorstellungen von Lehren und Lernen zusammen, was entsprechendes Konfliktpotenzial birgt.

*„Im ersten Modul hatten wir harte Diskussionen unter den Dozierenden, weil wir alle mit unterschiedlichen Vorstellungen kamen. Die dauernden Auseinandersetzungen – das ging bis zu Streit – haben dem Modul sehr gut getan, weil wir dann alles ausdiskutiert haben.“ (ID-8/28)*

- *Rollenwechsel vom Dozierenden zum Lernbegleiter:* Schwierig war für die Dozierenden in einer ersten Phase der Implementation von PBL insbesondere der Rollenwechsel vom Dozierenden zum Lernbegleiter. Die Hauptschwierigkeit in den PBL-Sitzungen war, die richtige Mischung zwischen Zurückhaltung und einem inhaltlichen und prozessual steuernden Sich-Einbringen zu finden. In einer Weiterbildungsveranstaltung eines holländischen PBL-Experten wurde den Dozierenden empfohlen, sich in den PBL-Sessions möglichst zurückzuhalten und nicht in den Lernprozess einzugreifen. Mehrere Dozierende äusserten sich aufgrund ihrer Erfahrungen in den letzten Jahren zu diesem Ansatz sehr kritisch, und es besteht heute unter den Dozierenden ein Konsens, dass sich der/die Dozent/in bis zu einem gewissen Grad auch in die PBL-Sessions einbringen muss. Wie die folgende Aussage zeigt, gleicht dies häufig einer Gratwanderung:

*„Im ersten Jahr war die Idee, sich relativ zurückzuhalten und nur dann einzuschreiten, wenn man das Gefühl hat, das gehe nun ganz in die falsche Richtung. Nur haben ihnen [den Studierenden] dann wirklich wichtige Lernschritte gefehlt. Dieses Jahr habe ich mich stärker eingebracht und habe zum Teil auch noch Teile der Theorie eingebracht, wenn ich das Gefühl hatte, die kommen nicht weiter. Gerade am Anfang brauchen die Studenten noch mehr Wegleitung. Von Problem zu Problem – wir haben ja mehrere behandelt – haben wir gemerkt, dass die Studenten immer selbständiger werden. Aber am Anfang habe ich mich schon stark eingebracht, und das kam auch gut an. Und [bestimmt] da habe ich das Gefühl, das ist auch wichtig für die Studenten. Dass man sie nicht einfach arbeiten lässt, weil sie dann schnell das Gefühl haben, ach ja, machen wir mal was, und am Schluss sehen wir, was rauskommt [...] aber obwohl wir immer schreiben, dass wir nicht dafür da sind, die Aufgabe zu lösen, hatte ich doch das Gefühl, es ist wichtig, sich einzubringen. Noch stärker auch einzugreifen. Auf der anderen Seite habe ich auch gespürt, dass sie dann nur zuhören und nicht mitdiskutieren. Wenn ich das gemerkt habe, dann habe ich mich wieder mehr zurückgenommen, damit sie mir nicht nur andächtig zuhören.“ (ID-12/24)*

- *Balance zwischen Fremd- und Selbstregulation:* Eine Hauptschwierigkeit für die Dozierenden ist, eine Balance zwischen Fremd- und Selbstregulation zu finden; eine Lernumgebung zu gestalten, in der die Studierenden

zum kreativen Mitdenken, Umsetzen und Handeln angeregt werden und andererseits die Lernumgebung so zu strukturieren, dass nicht Überforderung und Frustration durch zu viele Freiheiten im Lernprozess ausgelöst werden.

*„Die Vorbereitung muss noch besser gestaltet werden. Insbesondere bei den Fachinputs bleibe ich recht theoretisch, damit er [der Student] eine Basis hat, aber ich muss aufpassen, dass ich ihm keine Lösungen präsentiere, sondern Szenarien skizziere, denn er soll ja selber etwas erarbeiten. Und sich auf das einstellen, nicht die Lösung präsentieren, sondern Rahmenbedingungen schaffen, worin sich der Student dann bewegt, das ist eine Umstellung.“ (ID-4/13)*

Als wichtige Voraussetzung bei der lerneffektiven Gestaltung einer Lernumgebung hat sich in EvalPBL-HFT die Fähigkeit der Dozierenden herausgestellt, die studentischen Lernpfade und -prozesse zu antizipieren und die didaktisch-methodischen Maßnahmen darauf abzustimmen: Die Dozierenden überlegen sich, welche Lernpfade die Studierenden aufgrund der den Lernprozess initiiierenden und öffnenden Problemstellungen sowie allenfalls einschränkenden Rahmenbedingungen (wie Lernziele oder erkenntnisleitende Fragestellungen) einschlagen, welche Verständnisschwierigkeiten auf den einzelnen Lernpfaden auftauchen und welche Lernressourcen und didaktischen Massnahmen zu einem bestimmten Zeitpunkt erforderlich sind, um die Studierenden zu einem bestimmten Lösungsraum zu führen. Dieser Gestaltungsprozess, der den studentischen Lernprozess antizipiert, die didaktisch-methodische Gestaltung einer Lernumgebung entsprechend anpasst und im Sinne eines Drehbuchs minutiös plant, kann auch als Scripting bezeichnet werden (vgl. auch REINMANN, 2006). Die Fähigkeit zum Scripting setzt eine hohe fachliche und (fach-)didaktische Kompetenz voraus. Fördernd kann zudem eine genaue Analyse und Reflexion der Lernprozesse während und nach einer Lernveranstaltung sein. Hilfreich für das Scripting von PBL-Lernumgebungen können außerdem didaktische Drehbücher oder auch Phasenpläne sein, in denen der Ablauf der Lehrveranstaltung inkl. Lernzielen und Lernprozessen der Studierenden detailliert festgehalten und geplant wird.

Weil die Lehrpersonen keine Erfahrung mit PBL hatten, war die Unsicherheit bei den ersten Durchführungen von PBL groß. Wie die nachfolgende Aussage zeigt, haben die meisten Dozierenden im Laufe der Jahre mehr Sicherheit mit der für sie neuen Lernumgebung gewonnen und sie schätzen heute die methodische Abwechslung.

*„Am Anfang hat PBL sehr ungute Gefühle ausgelöst, Unsicherheit vor allem. Angst, wir machen etwas falsch. Aber heute fühle ich mich in Vorlesungen und PBL sicher, es macht beides Spaß. Die Abwechslung ist auch für einen Dozenten etwas Gutes.“ (ID-3/58)*

## 4 Bedingungen für eine effektive PBL-Implementation

Die theoretischen Erkenntnisse aus der Innovations- und Implementationsforschung sowie die empirischen Befunde zur Implementation von PBL werden zum Abschluss syntheseartig in einem praxisorientierten Implementationsmodell zusammengeführt (vgl. Abb. 3). Basis für das Modell sind die fünf Bedingungen für erfolgreiche Implementationen der Change-Matrix von KNOSTER et al. (2000): Anreize, Ressourcen, Vision, Kompetenzen und Aktionsplan. Diese werden für die Implementation von PBL konkretisiert und mit den wesentlichen Prozessschritten zur PBL-Implementation verbunden.

Die beiden ersten Bedingungen, Anreize und Ressourcen, müssen hauptsächlich durch die Leitung der Bildungsinstitution geschaffen resp. zur Verfügung gestellt werden. Viele Dozierende sind zwar intrinsisch an einer Verbesserung der Lehrqualität interessiert, da aber eine PBL-Implementation auch mit einem entsprechenden Mehraufwand verbunden ist, sind auch externe (monetäre oder nichtmonetäre) *Anreize* für ein Engagement bei der Curriculumrevision erforderlich. Wenn die Schulleitung der didaktischen Innovation eine große Priorität einräumt und das Engagement für Entwicklung und Implementation von PBL honoriert (z. B. bei der Besetzung von neuen Stellen oder individuellen Lohnerhöhungen), werden sich auch die Dozierenden beim Implementationsprozess engagieren. Entsprechende finanzielle *Ressourcen* müssen daher zur Verfügung gestellt werden. Statt die Dozierenden finanziell zu entschädigen, ist es in einem Schulkontext allerdings oft sinnvoller, sie zeitlich während der Implementation zu entlasten, um einer Überbelastung vorzubeugen. Je nach Studierendenzahlen verlangt die Implementation allenfalls auch nach einem Ausbau der personellen Ressourcen (Tutorinnen und Tutoren, Dozierende), um die jeweiligen Präsenz- und Betreuungsaufgaben zu gewährleisten. Eine PBL-Implementation führt zudem zu veränderten infrastrukturellen Anforderungen: Für tutorielle Gruppensitzungen sind ausreichend geeignete Gruppenräume nötig, und an das Medienzentrum werden neue Ansprüche gestellt. Aus der Innovationsforschung ist bekannt, dass ein Change-Facilitator (Gruppe oder Einzelperson), in diesem Fall ein PBL-Coach, den Implementationsprozess wirkungsvoll unterstützen kann (Concern Based Adaption Model von HALL & HORD, 2001). Der/die Change Facilitator/in hat im Adaptionprozess zwei Schlüsselaufgaben wahrzunehmen: erstens, die Entwicklung des Prozesses und das Verhalten der Beteiligten laufend zu diagnostizieren, und zweitens, situationsgerecht die richtigen Interventionen vorzunehmen.

In der Initialphase ist zudem die didaktisch-methodische Qualifizierung der Verantwortlichen für die PBL-Module von zentraler Bedeutung. Einerseits sind die Dozierenden in PBL einzuführen, wobei die Förderung des Verständnisses zur lernpsychologischen Tiefenstruktur von PBL im Vordergrund steht. Andererseits sind PBL-spezifische didaktische und methodische Kompetenzen zu fördern und zu entwickeln. Gemäß der bisherigen Analyse zu Einzelaspekten von PBL sollten dabei insbesondere Kompetenzen zur Gestaltung von lerneffektiven Problemstellungen sowie von PBL-angepassten Beurteilungs- und Bewertungsformen entwickelt wie auch das Verständnis für Gruppenprozesse und die Bedingungen lerneff-

fektiver studentischer Zusammenarbeit und tutoriellem Coaching gefördert werden. Die zu diesen Einzelaspekten von PBL umfangreichen empirischen und theoretischen Erkenntnisse können dabei als Grundlage dienen. Zusätzlich sind die Dozierenden für das – im Rahmen von EvalPBL-HFT als wesentlicher Erfolgsfaktor bei der lerneffektiven Gestaltung von PBL-Lernumgebungen identifizierte – Scripting zu sensibilisieren und in diesbezügliche Vorgehensweisen und Hilfsmittel einzuführen.

Eine weitere zentrale Bedingung ist, eine gemeinsame *Vision* der Anspruchsgruppen einer Bildungsinstitution (Dozierende, Studierende und Schulleitung) zu entwickeln, einen Konsens hinsichtlich der Ziele, grundlegender Vorstellungen und der Handlungsweisen bezüglich PBL zu finden. In EvalPBL-HFT hat sich dies als kritische Bedingung erwiesen. Unter den Dozierenden, aber auch Studierenden bestanden wesentliche Divergenzen bezüglich der Vorstellungen zu PBL und seiner Umsetzung, was bei den Dozierenden zu Konflikten führte, resp. bei den Studierenden Verunsicherung auslöste.

Der *Aktionsplan* umfasst die zeitliche Abfolge aller Teilschritte zur Implementation von PBL. Wichtige Teilschritte gemäß dem Implementationsmodell sind didaktische Einführungs- und Weiterbildungsveranstaltungen zu PBL, didaktische Gestaltung des Curriculums, Entwicklung und Durchführung der PBL-Lernumgebungen sowie anschließende Evaluation und Reflexion der einzelnen Module und des Curriculums. Diese Teilschritte initiieren einen ständigen Entwicklungsprozess, der flexibel immer wieder neue, situationsgerechte Anpassungen erfordert.

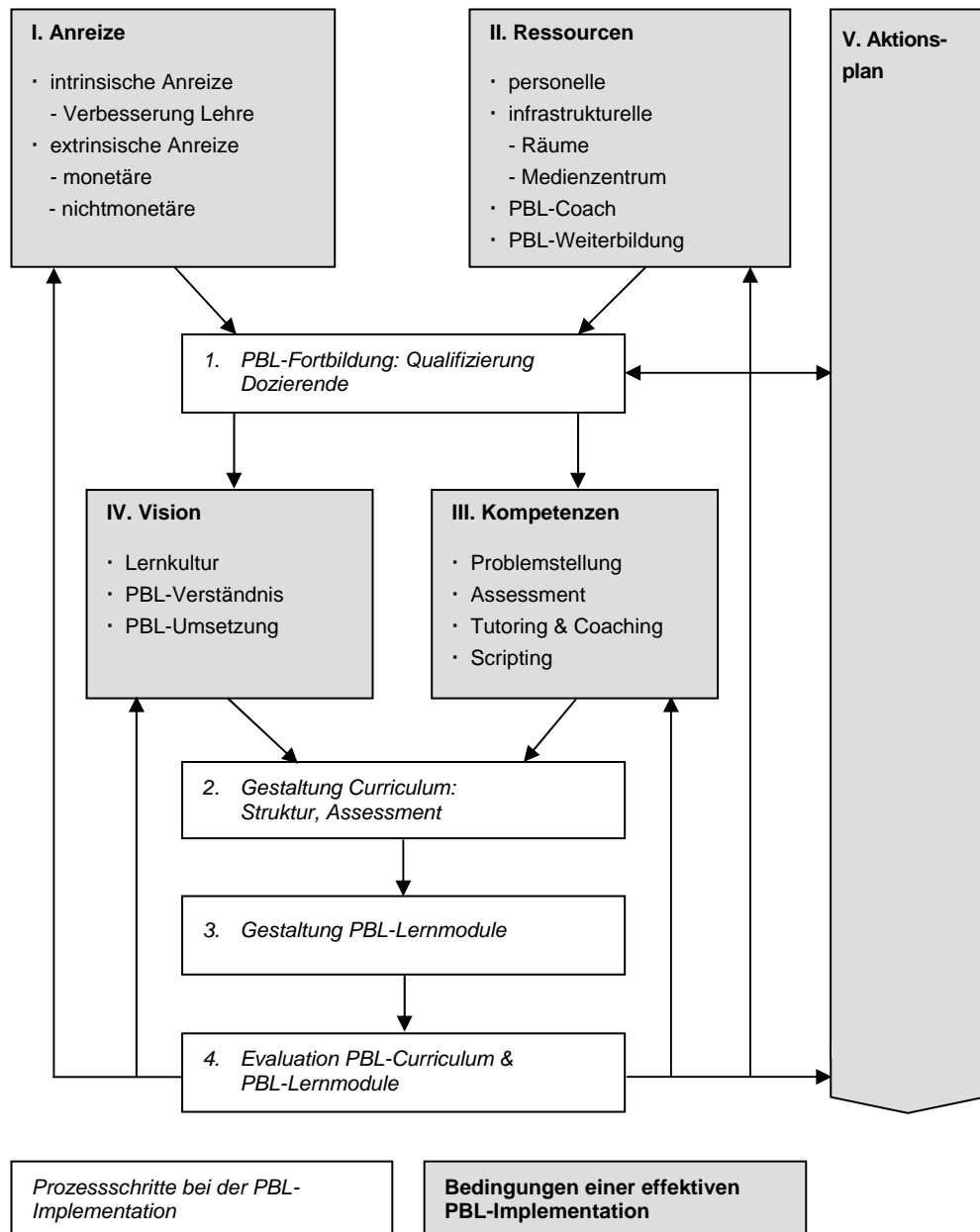


Abb. 3: PBL-Implementationsmodell

## 4 Literaturverzeichnis

**Albanese, M. A. & Mitchell, S.** (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcome and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.

**Albanese, M. A.** (2000). Problem-based learning: why curricula are likely to show little effect on knowledge and clinical skills. *Medical Education*, 34(9), 729-738.

**Altrichter, H. & Wiesinger, S.** (2004). Der Beitrag der Innovationsforschung im Bildungswesen zum Implementierungsproblem. In G. Reinmann & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie des Wissensmanagement* (S. 220-233). Göttingen: Hogrefe.

- Anderson, W. L. & Glew, R. H.** (2002). Support of a problem-based learning curriculum by basic science faculty. *Med Educ Online*, 7(10).
- Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M.** (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education*. New York: Springer.
- Barrows, H. S.** (2003). Response to „The problem with problem-based medical education: promises not kept“ by R. H. Glew. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 31(4), 255-256.
- Berkson, L.** (1993). Problem-based learning: have the expectations been met? *Academic Medicine*, 68(10, Supplement), 79-88.
- Cavanaugh, J. C.** (2001). Make it so. In B. J. Duch, S. E. Groh & D. E. Allen (Hrsg.), *The power of problem-based learning* (S. 27-36). Sterling: Stylus.
- Colliver, J. A.** (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: research and theory. *Academic Medicine*, 75(3), 259-266.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P. & Gijbels, D.** (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Dolmans, D. H.** (2003). The effectiveness of PBL: the debate continues. Some concerns about the BEME movement. *Medical Education*, 37, 1129-1130.
- Donabedian, A.** (1980). *Explorations in quality assessment and monitoring: The definition of quality and approaches to its assessment*. Ann Arbor: Health Administration Press.
- Dubs, R.** (2004). *Die Führung einer Schule*. Zürich: Verlag SKV.
- Ertmer, P. A. & Simons, K. D.** (2005). Scaffolding teachers' efforts of implement problem-based learning. *International Journal of Learning*, 12(4), 319-328.
- Glew, R. H.** (2003). The problem with problem-based medical education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 31(1), 52-56.
- Hall, G. E. & Hord, S.** (2001). *Implementing change: patterns, principles and potholes*. Boston: Allyn and Bacon.
- Hallinger, P., Blackwood, A. & Tannathai, P.** (2005). *Implementing problem-based learning in higher education*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), Montreal.
- Hitchcock, M. A. & Mylona, Z.-H.** (2000). Teaching faculty to conduct problem-based learning. *Teaching and Learning in Medicine*, 12(1), 55-57.
- Jonassen, D.** (2009). Reconciling a human cognitive architecture. In S. Tobias & T. M. Duffy (Hrsg.), *Constructivist instruction – Success or failure?* (S. 13-33). New York: Routledge.
- Kalaian, H. A., Mullan, P. B. & Kasim, R. M.** (1999). What can studies of problem-based learning tell us? Synthesizing and modeling PBL effects on national board of medical examination performance: hierarchical linear modeling meta-analytic approach. *Advances in Health Sciences Education*(4), 209-221.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E.** (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, 41(2), 75-86.

- Knoster, T. P., & Peshak George, H.** (2006). Realizing durable and systematic behaviour change in schools: guiding questions. *Communiqué – Newspaper of the National Association of School Psychologists*, 30(6), 34-37.
- Knoster, T. P., Villa, R. A. & Thousand, J.** (2000). A framework for thinking about systems change. In R. A. Villa & J. Thousand (Eds.), *Restructuring for caring and effective education: Piecing the puzzle together* (S. 93-128). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing.
- Kromrey, H.** (2003). Evaluierung und Evaluationsforschung: Begriffe, Modelle und Methoden. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 50, 11-26.
- Little, S. E. & Sauer, C.** (1997). Organizational and institutional impediments to a problem-based approach. In D. Boud & G. Feletti (Hrsg.), *The challenge of problem-based learning* (S. 81-88). London: Kogan Page.
- Mayer, R. E.** (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- Moesby, E.** (2004). Reflections on making a change towards project oriented and problem-based learning (POPBL). *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 3(2), 269-278.
- Moust, J. H., Van Berkel, H. J. & Schmidt, H. G.** (2005). Signs of erosion: reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University. *Higher Education*, 50, 665-683.
- Mayring, P.** (1995). Qualitative Inhaltsanalyse. In U. Flick, E. v. Kardorff, H. Keupp, L. v. Rosenstiel & S. Wolff (Hrsg.), *Handbuch qualitative Sozialforschung* (S. 209-213). Weinheim: Beltz.
- Müller, C.** (2007). *Implementation von Problem-based Learning – Eine Evaluationsstudie an einer Höheren Fachschule*. Hep-Verlag: Bern.
- Müller, C.** (2008). Gestaltung von problembasierten Lernumgebungen (Problem-based Learning): Eine Analyse aus motivations- und kognitionspsychologischer Sicht. *Netzwerk – Zeitschrift der Wirtschaftsbildung Schweiz* 1/08, 20-33.
- Müller, C. & Eberle, F.** (2009). Implementation von Problem-based Learning. Eine Evaluationsstudie in einem nichtprivilegierten Kontext. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 105/2009, 53-69.
- Newman, M.** (2003). *A pilot systematic review and meta-analysis on the effectiveness of problem based learning*. Newcastle: Learning & Teaching Subject Network.
- Newman, M.** (2004). *Problem based learning: An exploration of the method and evaluation of its effectiveness in a continuing nursing education programme (Research Report)*. London: Middlesex University.
- Norman, G. R. & Schmidt, H. G.** (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: theory, practice and paper darts. *Medical Education*, 34, 721-728.
- Norman, G. R.** (2004). Beyond PBL. *Advances in Health Sciences Education*, 9, 257-260.
- Rangachari, P. K.** (2003). Poised between the pedantic and the puerile. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 31(3), 192-194.



**Reinmann, G.** (2006). *Story, Game und Scripting: Analoge und direkte Impulse für die Hochschullehre* (Arbeitsbericht Nr. 11). Augsburg: Universität Augsburg, Medienpädagogik.

**Reinmann-Rothmeier, G.** (2003). *Didaktische Innovation durch Blended Learning*. Bern: Huber.

**Savin-Baden, M. & Howell Major, C.** (2004). *Foundations of problem-based learning*. Berkshire: Open University Press.

**Schmid, M. R.** (1999). *Wissensmanagement für den Innovationsprozess: Ein empirisch fundierter Beitrag zur Gestaltung und Umsetzung des Wissensmanagement-Ansatzes im produktorientierten Ideenmanagement bei DaimlerChrysler*. Dissertation der Universität Bielefeld. <http://archiv.ub.uni-bielefeld.de/disshabi/2000/0009.pdf>, Stand vom 31. Dezember 2006.

**Schwartz, D. L., Lindgren, R., Lewis, S.** (2009). Constructivism in an age of non-constructivist assessments. In S. Tobias & T. M. Duffy (Hrsg.), *Constructivist instruction – Success or failure?* (S. 34-61). New York: Routledge.

**Smits, P., Verbeek, J. & de Buissonjé, C.** (2002). Problem based learning in continuing medical education: a review of controlled evaluation studies. *British Medical Journal*, 324, 153-156.

**Sweller, J.** (2009). What human cognitive architecture tells us about constructivism. In S. Tobias & T. M. Duffy (Hrsg.), *Constructivist instruction – Success or failure?* (S. 127-143). New York: Routledge.

**Vernon, D. T. & Blake, R. L.** (1993). Does problem-base learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68, 550-563.

## Autor



Dr. Claude MÜLLER || Pädagogische Hochschule Zürich ||  
Birchstrasse 95, CH-8090 Zürich

[www.phzh.ch](http://www.phzh.ch)

[claude.mueller@phzh.ch](mailto:claude.mueller@phzh.ch)